

# **Actividade muscular durante a marcha segundo diferentes velocidades**

Andreia S. P. Sousa<sup>‡</sup>, João Manuel R. S. Tavares\*

<sup>‡</sup>Escola Superior da Tecnologia de Saúde do Porto, Área Científica de Fisioterapia  
Centro de Estudos de Movimento e Actividade Humana  
Rua Valente Perfeito, 322 - 4400-330 Vila Nova de Gaia, PORTUGAL  
Email: [andreia.asps@gmail.com](mailto:andreia.asps@gmail.com)

\*Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP),  
Departamento de Engenharia Mecânica (DEMec)  
Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI)  
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, PORTUGAL  
Email: [tavares@fe.up.pt](mailto:tavares@fe.up.pt)

## **Introdução:**

O custo metabólico necessário para a marcha é explicado pelo trabalho mecânico realizado pelos músculos. O padrão de actividade muscular e a intensidade de activação variam de acordo com a velocidade da marcha (den Otter, 2004; Ivanenko, 2004; Rosenhahn, 2008). No entanto, o modo como as contribuições musculares para tarefas funcionais se alteram com a velocidade ainda não é totalmente conhecido. Intuitivamente, velocidades mais elevadas deveriam necessitar de uma maior actividade dos músculos que contribuem para a propulsão anterior. Contudo, maiores velocidades estão também associadas a maiores comprimentos de passo, o que pode requerer o aumento de actividade muscular na fase oscilante e dos músculos que contribuem para o suporte vertical, dado que há um aumento da excursão do centro de massa (Orendurff, 2004). Porém, velocidades mais baixas de marcha podem ser mecanicamente menos eficientes, uma vez que se desviam da sua frequência natural e levam necessariamente a um aumento de actividade muscular. Por

outro lado, ocorre menor armazenamento e recuperação de energia elástica no complexo musculotendinoso (Neptune, 2008).

Este estudo teve como objectivo principal analisar a influência da velocidade da marcha no padrão de activação muscular e no grau de activação muscular durante a fase de apoio.

### **Metodologia:**

Para o protocolo experimental realizado foram seleccionados 35 indivíduos saudáveis de idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos. Foi utilizada uma plataforma de forças *Bertec Corporation* e um sistema *Biopac Systems, Inc – MP 150 Workstation*, para aceder à actividade electromiográfica dos músculos gastrocnémio medial (MG), glúteo máximo (Gmax), bicípete femoral (BF) e recto femoral (RF) nas diferentes subfases de apoio em marcha realizada a três velocidades. Foi utilizado para análise o *root mean square* (RMS) do sinal electromiográfico e os valores de magnitude das FRS, tendo sido usado na análise estatística o programa SPSS com um nível de significância de 0.01.

### **Resultados:**

Verificou-se que a velocidade da marcha influenciou: 1) os padrões de actividade relativa dos músculos com menor contribuição em cada fase de apoio, excepto na transição entre as subfases de ataque ao solo e a média de apoio; 2) o grau de actividade dos músculos RF, GMax, GM e BF em ordem decrescente de actividade, sendo verificada a maior actividade muscular a

quando da velocidade mais elevada; 3) observou-se que contribuição de cada músculo nas diferentes subfases segue um padrão parcial.

### **Discussão/ Conclusão:**

A velocidade da marcha influencia o padrão de actividade muscular nas subfases de AS, MA-P e P, maioritariamente nos músculos com menor contribuição para cada subfase, e o grau de activação muscular, principalmente nos músculos proximais. Ocorreram intensidades de actividade muscular superiores a quando das velocidades de marcha de valor mais elevadas.

Palavras chave: electromiografia; marcha; actividade muscular; controlo motor; velocidade.

### **Bibliografia**

- den Otter, AR; Geurts, AC; Mulder, T; Duysens, J. (2004). Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds. *Gait Posture*, 19, 270-278.
- Ivanenko, Y; Poppele, R; Macellari, V; Lacquaniti, F. (2004). Five basic muscle activation patterns account for muscle activity during human locomotion. *Journal of physiology*, 556(1), 267-282.
- Neptune, RR; Sasaki, K; Kautz, SA. (2008). The effect of walking speed on muscle function and mechanical energetics. *Gait Posture*, 28(1), 135-143.
- Orendurff, MS; Segal, AD; Klute, GK; Berge, JS; Rohr, ES; Kadel, NJ. (2004). The effect of walking speed on center of mass displacement. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(6-A), 829-834.
- Rosenhahn, B; Klette, R; Metaxas, D. (2008). *Human Motion. Understanding, Modeling, Capture and Animation* (1<sup>st</sup> ed. Vol. 36). Netherlands: Springer.

# Muscle activity during gait at different speeds

Andreia S. P. Sousa<sup>‡</sup>, João Manuel R. S. Tavares\*

<sup>‡</sup>Escola Superior da Tecnologia de Saúde do Porto, Área Científica de Fisioterapia  
Centro de Estudos de Movimento e Actividade Humana  
Rua Valente Perfeito, 322 - 4400-330 Vila Nova de Gaia, PORTUGAL  
Email: [andreia.asps@gmail.com](mailto:andreia.asps@gmail.com)

\*Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP),  
Departamento de Engenharia Mecânica (DEMec)  
Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (INEGI)  
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, PORTUGAL  
Email: [tavares@fe.up.pt](mailto:tavares@fe.up.pt)

## **Introduction:**

Metabolic energy needed to walk is explained by the mechanical power generated by muscles. Muscle activity patterns and intensity of activation change with speed (den Otter, 2004; Ivanenko, 2004; Rosenhahn, 2008). Nevertheless, how muscle contributions change with walking speed is not well understood. Intuitively, walking at faster speeds would require increased activity from muscles contributing to forward propulsion. However, faster walking speeds are associated to longer stride lengths, which may require increased activity from muscles which account for vertical support, as there is an increase of the vertical excursion of the body's center of mass (Orendurff, 2004). On the other hand, walking at slower speeds may be mechanically less efficient and less conducive to storage and recovery of elastic energy in the musculotendon complex (Neptune, 2008).

The purpose of this study is to identify gait speed influence on muscle activation intensity and muscle activity patterns during stance

### **Methodology:**

35 healthy individuals aged between 18 and 30 years were selected for experimental procedures. A Bertec Corporation force plate and a *Biopac Systems, Inc – MP 150 Workstation* were used to access surface electromyographic activity of gastrocnemius medialis (GM), gluteus maximus (GMax), biceps femoris (BF) and rectus femoris (RF) during gait at different speeds in each subphase. The *root mean square* (RMS) of the electromyographic signal was used for analysis. Data were analyzed with the software Statistical Package Social Science version 16.0 from SPSS Inc. (USA) using a significance level of  $\alpha < 0.01$ .

### **Results:**

Speed influenced: (1) motor activity patterns of the less dominant muscles in each stance subphase, except during the transition between heel strike and mid-stance; (2) the activity level of RF, GMax, GM and BF, in decreasing order of intensity, with higher activity at faster speeds; (3) the contribution of each muscle to the different stance subphases, although a partial pattern was maintained.

### **Discussion/ Conclusions:**

Speed influenced activation patterns on HS, MS-P and P mainly of the muscles less contributing for each subphase and activation intensity, mainly of proximal muscles. Muscles developed higher activity at faster speeds.

*Keywords:* electromyography; gait; muscle function; motor control; speed.

## **References**

- den Otter, AR; Geurts, AC; Mulder, T; Duysens, J. (2004). Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds. *Gait Posture*, 19, 270-278.
- Ivanenko, Y; Poppele, R; Macellari, V; Lacquaniti, F. (2004). Five basic muscle activation patterns account for muscle activity during human locomotion. *Journal of physiology*, 556(1), 267-282.
- Neptune, RR; Sasaki, K; Kautz, SA. (2008). The effect of walking speed on muscle function and mechanical energetics. *Gait Posture*, 28(1), 135-143.
- Orendurff, MS; Segal, AD; Klute, GK; Berge, JS; Rohr, ES; Kadel, NJ. (2004). The effect of walking speed on center of mass displacement. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(6-A), 829-834.
- Rosenhahn, B; Klette, R; Metaxas, D. (2008). *Human Motion. Understanding, Modeling, Capture and Animation* (1<sup>st</sup> ed. Vol. 36). Netherlands: Springer.